



Janne Vähäkangas

## **SEOSAINELANKALAITTEISTOJEN KÄYTTÖVARMUUDEN KEHITTÄMINEN TERÄSSULATOLLA**

# **SEOSAINELANKALAITTEISTOJEN KÄYTTÖVARMUUDEN KEHITTÄMINEN TERÄSSULATOLLA**

Janne Vähäkangas  
Opinnäytetyö  
Kevät 2013  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka, logistiikka ja tuotanto

---

Tekijä: Janne Vähäkangas

Opinnäytetyön nimi: Seosainelankalaitteistojen käyttövarmuuden kehittäminen terässulatolla

Työn ohjaajat: Kauko Kallio ja Antti Syrjänen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2013

Sivumäärä: 46 + 11 liitettä

---

Työ tehtiin Ruukki Metals Oy:n toimeksiannosta Raahen terästehtaan terässulatolla. Tehtävänä oli parantaa CAS-OB-asemien, senkkauunin ja vakuumilaitoksen seosainelankalaitteistojen käyttövarmuutta tutkimalla ja kehittämällä keinoja, joilla tavoitteet saavutettaisiin. Työssä tutkittiin, mitä vaiheita seosainelankojen liittämisen on. Niistä kirjoitettiin työohjeet seosainelankojen liittämiseksi. Työssä raportointiin uusiin lankakeloihin tehdyt uudistukset ja se, kuinka uudistukset vaikuttavat seosainelankojen käyttövarmuuteen.

Työ aloitettiin kartoittamalla, mitä häiriöitä milläkin asemalla ilmeni. Häiriöseurannassa käyttöhenkilökunta kirjasi muistiin häiriön tiedon, millä langalla häiriö tapahtui, ja kirjoitti lisätietoja tarvittaessa. Samaan aikaan pidettiin kehitys-ideakeskusteluita, joilla selvitettiin työntekijöiden ja toimihenkilöiden kehitys-ideat seosainelankajärjestelmille. Seosainelankojen liittämisen työvaiheet selvitettiin yhdessä päivävuoron työntekijöiden kanssa. Kaikki langan liittämisen työvaiheet kartoitettiin tarkasti ja niiden pohjalta koottiin ja kirjoitettiin työohjeet. Uusien seosainelankakelojen raportointi perustui testikelojen langan ajon aikana tapahtuviin häiriöihin ja käyttöhenkilökunnan tekemiin havaintoihin.

Häiriöseurannan tuloksien perusteella saatiin selville, että suurimmat ongelmat ovat senkkauunin langansyöttöjärjestelmissä. Syitä siihen olivat lankakelojen ohjaussilmukat ja seosainelangan takertuminen kiinni kelan kehikkoon. CAS-OB-asemien seosainelankalaitteistojen toiminta oli varmintä. Seosainelankojen liittämisen työohjeen valmistuttua se otettiin käyttöön virallisena työohjeena. Uusien seosainelankakelojen seurantaraportin perusteella kokeilu vaikutti lupaavalta. Seosainelankalaitteistoja ei saatu täysin häiriöttömiksi, mutta häiriöiden määrä saatiin vähenemään uusilla kehitysideoilla ja häiriötilanteissa toimiminen helpottui.

---

Asiasanat: CAS-OB, senkkauuni, vakuumilaitos, seosainelankalaitteisto, käyttövarmuus

# ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Machinery and production technology, Logistics and production

---

Author: Janne Vähäkangas

Title of thesis: Reliability development of cored wire systems of steel smelting plant

Supervisors: Kauko Kallio and Antti Syrjänen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2013

Pages: 46 + 1 appendices

---

This thesis was done for Ruukki Metals Oy at a steel smelting plant in Raahe. The main task was to improve CAS-OB-stations, ladle furnaces, as well as vacuum degassers' cored wires feeding systems reliability by studying and developing to find the way out to reach these goals. Also, there was an examination on how to connect cored wires and find out all the phases of it and then to write work instructions how to connect cored wires. Another task was to report how new upgrades worked on new cored wire coils and their effect on reliability.

The work began by identifying the problems from every wire feeding systems. During the fault monitoring, operators wrote down all fault information needed for this thesis. Meanwhile, there were development discussions with operators and staff members how to improve the wire feeding systems. The cored wire connecting stages were examined together with day shift workers. All the connecting steps were carefully studied and compiled and then written into instructions. The report of new cored wire coils was based on a what kind of failures occurred during the test period and operators made observations how the coils worked at the same time.

Based on the fault monitoring period the main problem was ladle furnaces cored wire feeding systems. The reasons for this were the control loops of the coils and clinging of cored wire onto the coil frame. The least faults happened at CAS-OB stations. When the work instructions of connecting cored wire were completed, it was approved and will be implemented as an official work instruction. The new coil designs' preliminary experiment seemed promising. The cored wire feeding systems still will not be completely undisturbed, but the amount of failures will drop.

---

Key words: CAS-OB, ladle furnace, vacuum degasser, alloy wire systems, reliability

## ALKULAUSE

Tämä opinnäytetyö on tehty Raahessa 9.11.2012–15.3.2013. Työn toimeksiantajana on Ruukki Metals Oy.

Opinnäytetyön valvojina toimivat kehitysinsinööri Antti Syrjänen ja tuotantopäällikkö Petri Tuominen. Erityisesti heille kuuluu suuri kiitos, sillä heidän neuvonsa ja avuliaisuutensa ovat auttaneet merkittävästi työn onnistumisen kannalta. Haluan kiittää sekä Raahen tehtaan terässulaton senkkauunin, CAS-OB-asemien ja päivävuoron käyttöhenkilöitä että kehityksen ja kunnossapidon toimihenkilöitä asiantuntevista ohjeista, neuvoista ja panoksesta työn teon yhteydessä. Ilman heidän apuaan tämän opinnäytetyön tekeminen ei olisi onnistunut.

Koulun puolelta haluan kiittää ohjaajana toiminutta lehtori Kauko Kalliota, jonka neuvot ja ohjaus erityisesti auttoivat asioita etenemään, ja kaikkia niitä henkilöitä, jotka ovat jollain tavalla auttaneet työn teossa.

Raahessa 28.5.2013

Janne Vähäkangas

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
1 JOHDANTO	8
2 RAAHEN TERÄSTEHDAS	10
2.1 Rautaruukin historia	10
2.2 Raahen terästehtaan prosessi	11
2.3 Terässulatto	12
3 SEOSAINELANKALAITTEISTOT JA KÄYTTÖKOHTEET YLEISESTI	14
3.1 Langansyöttölaitteistot	14
3.2 CAS-OB-asemat	15
3.3 Senkkauunit	16
3.4 Vakuumilaitokset	17
4 KUNNOSSAPITO	20
4.1 Kunnossapidon määrittely	20
4.2 Vikaantuminen	21
4.3 Kunnossapitolajit	22
4.3.1 Huolto	23
4.3.2 Ehkäisevä kunnossapito	23
4.3.3 Korjaava kunnossapito	23
4.3.4 Parantava kunnossapito	24
4.3.5 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen	24
4.4 Kunnossapitostrategiat	24
4.5 Kunnossapidon vaikutus yrityksen toimintaan	25
5 KÄYTTÖVARMUUS	28
5.1 Toteutuneen tuotannon määrä	28
5.2 Käyttövarmuus	28
5.2.1 Toimintavarmuus	29
5.2.2 Kunnossapidettävyyys	29

5.2.3 Kunnossapitovarmuus	30
6 SEOSAINELANKALAITTEISTOT RAAHEN TERÄSSULATOLLA	31
7 SEOSAINELANKALAITTEISTON KEHITTÄMISEN TYÖVAIHEET	39
7.1 Seosainelankalaitteiston kehittäminen	39
7.2 Työohje seosainelankojen liittämiseen	40
7.3 Uuden kelamallin raportti	40
8 SEOSAINELANKALAITTEISOJEN KEHITTÄMISEN TULOKSET	41
8.1 Seosainelankalaitteiston kehittäminen	41
8.1.1 Häiriötapaukset	41
8.1.2 Kehitysideat	41
8.1.3 Senkkauunin kehitysidea	43
8.1.4 Huoltotoimenpiteet	44
8.2 Työohje seosainelankojen liittämiseen	44
8.3 Uuden kelamallin raportti	45
9 POHDINTA	47
LÄHTEET	49
LIITTEET	50

# 1 JOHDANTO

Seosainelankalaitteistot ovat tarpeellisia terässulaton CAS-OB-asemilla, senkkauunilla ja vakuumilla, jotta teräksen seostus saataisiin tarkasti toleranssien mukaiseksi. Jos näissä tapahtuisi häiriö, tuotanto saattaisi pahimmassa tilanteessa hidastua ja valukoneen valu saattaisi keskeytyä, mikä aiheuttaisi tehtaalle tappiota. On tärkeää, että näistä laitteistoista saataisiin entistä häiriöttömmiä. Alustavasti uusilla CAS-OB-asemilla ei havaittu paljoa häiriöitä eikä myöskään vakuumilaitoksen seosainelankajärjestelmässä, joten tarkastelun pääpaino keskittyi senkkauunille, koska siellä oli tapahtunut eniten häiriöitä.

Tässä työssä keskitytään kehittämään CAS-OB-asemien, senkkauunin ja vakuumilaitoksen seosainelankalaitteistoja. Tehtävä on haasteellinen, sillä häiriöitä oli yritetty saada poistettua seosainelankalaitteistoilta jo vuosien ajan, mutta siinä oli onnistuttu vain osittain. Aikaisemmin suurimmat ongelmat näistä neljästä asemasta ovat sijoittuneet senkkauunin alueelle ja eniten häiriöitä on tapahtunut langan takertumisista lankakelan ohjaussilmukkaan. Häiriöitä oli aikaisemmin yritetty poistaa kokeilemalla uusia ideoita, päivittämällä työkaluja sekä ohjeistamalla työntekijöitä, mutta kaikkia häiriöitä ei saatu poistettua.

Tämä opinnäytetyö on rajattu CAS-OB-asemien, senkkauunin ja vakuumilaitoksen langansyöttölaitteistoihin. Ongelmien tarkastelu aloitettiin lankakelojen käsittelystä lankojen purkaantumiseen ja kaikki välillä olevat toimenpiteet ja laitteistot. Työssä ei käsitellä langansyötön metallurgiaa, sillä se olisi laajentanut opinnäytetyön laajuuden puitteissa liian suureksi käsitteeksi. Erityisesti työssä seurataan eniten käytettäviä FeCa-, CaSi- ja alumiinilankoja.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on löytää kehitystoimenpiteitä ja keinoja, joiden avulla seosainelankalaitteiston käyttövarmuutta voidaan parantaa. Lähtökohtaisesti ei tavoitella täysin häiriötöntä laitteistoa, vaan että häiriöt saataisiin mahdollisimman vähäisiksi. Lisäksi lankojen liittämistä ei löytynyt aikaisempaa työohjetta, joten yksi tavoitteista on selvittää, mikä on oikea tapa liittää langat toisiinsa ja tehdä liittämistä tarkka työohje. Toimittajan kanssa tehdyn yh-



teistyön tuloksena sulatolle tulee testikeloja, joiden toimivuuden raportointi kuuluu osaksi tätä työtä.

## 2 RAAHEN TERÄSTEHDAS

### 2.1 Rautaruukin historia

Rautaruukki perustettiin vuonna 1960 alun perin hyödyntämään kotimaisia malmivaroja ja turvaamaan telakka- ja muun metalliteollisuutemme raaka-ainehuolto. Suomen valtion ohella Rautaruukkia olivat perustamassa mm. Outokumpu, Valmet, Wärtsilä, Rauma-Repola ja Fiskars. (1.)

1970-luvulla Rautaruukki keskittyi tuotannon jatkojalostukseen. Jotta kyettiin palvelemaan asiakkaita monipuolisemmin, toimintoja laajennettiin ohutlevy- ja putkituotantoon. Uusien tuotteiden kapasiteettivaatimuksiin vastattiin kylmävalsausuksen ja putkituotannon aloittamisella Hämeenlinnassa. (1.)

1980-luvulla yhtiö ryhtyi hakemaan kasvumahdollisuuksia Länsi-Euroopasta. Sinne perustettiin myyntiyhtiöitä ja joissa tehtiin myös yritysostoja. (1.)

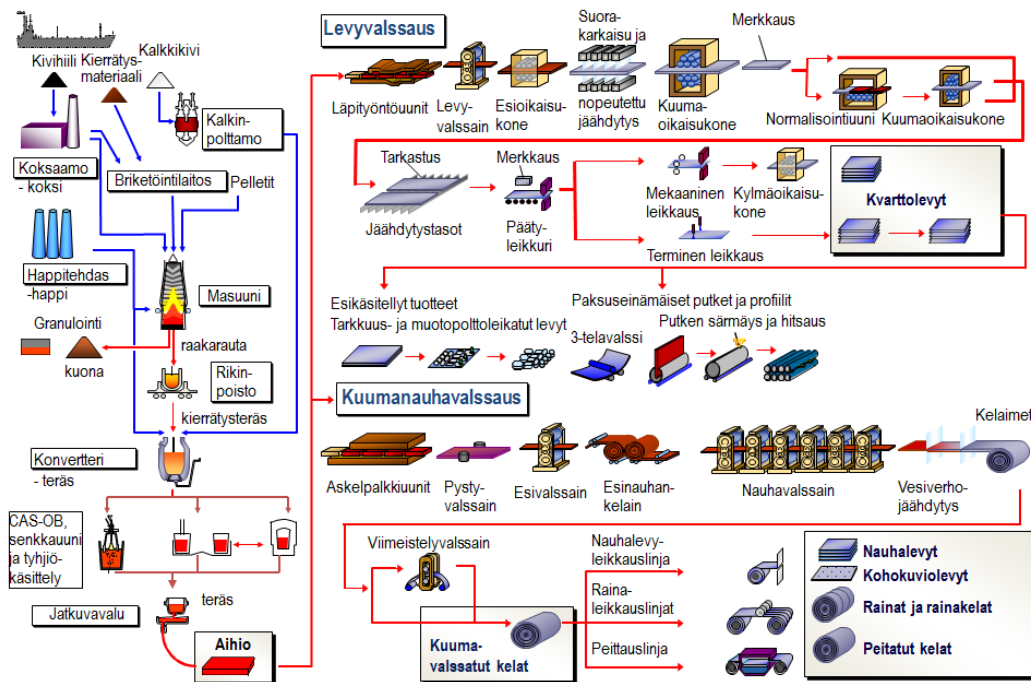
1990-luvulla Ruukki investoi voimakkaasti tuotannon jalostusasteen nostamiseen ja ryhtyi kehittämään omia merkkituotteita. Liiketoiminta laajeni 1990-luvun alussa myös rakentamiseen kattovalmistaja Rannilan yritysoston myötä. Yhtiölle avautuivat Itä-Euroopan markkinat. Tälle vuosikymmenelle leimallisinta oli Rautaruukin voimakas kansainvälistyminen. (1.)

Vuonna 2004 kaikki Rautaruukki-konserniin kuuluvat yhtiöt ottivat käyttöön markkinointinimen Ruukki. Teräsliiketoiminnassa painopisteeksi valittiin erikoisterästuotteet. Ruukki on kehittynyt kansainväliseksi yhtiöksi tällä vuosikymmenellä, joka toimittaa metalliin perustuvia komponentteja, järjestelmiä ja kokonaistoimituksia asiakkailleen. (1.)

Ruukin strategisesta painopisteestä tuli aiempaa keskittyneempi, kun Ruukki ja CapManin hallinnoimat rahastot sopivat lokakuussa 2012 yhdistävänsä Komasin ja Ruukki Engineering -divisioonan yksiköitä uudeksi Fortaco-nimiseksi yhtiöksi. Ruukin painopisteinä rakentamisen liiketoiminnassa on kasvu Venäjällä ja kattoliiketoiminnassa. Teräsliiketoiminnan painopiste on erikoisteräksissä. (1.)

## 2.2 Raahen terästehtaan prosessi

Raahessa on integroitu terästehtas, johon kuuluu useita eri osastoja. Pääosastoja ovat satama, koksaamo, masuuni, terässulatto ja valssaamo. Kuvassa 1 on esitetty Raahen terästehtaan tuotantoprosessi raaka-aineista valmiiksi terästuotteiksi.

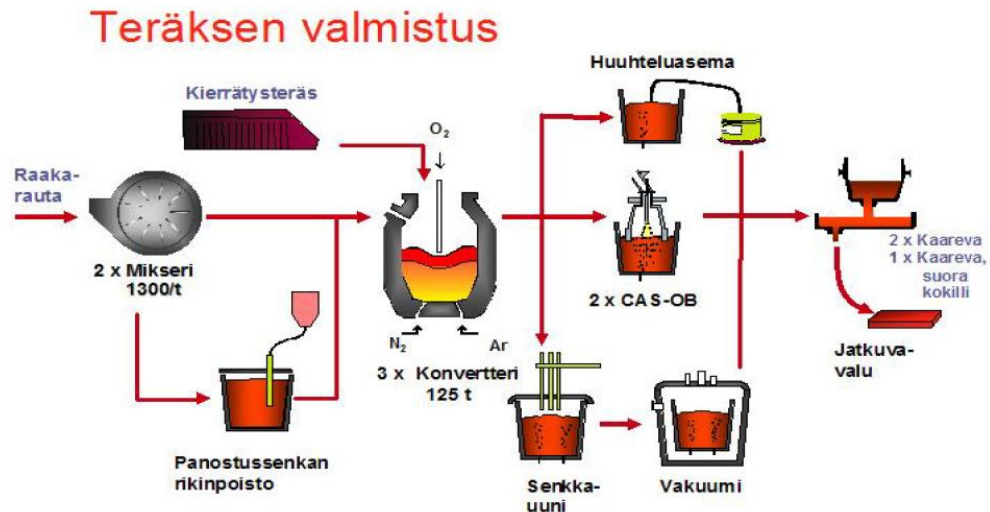


KUVA 1. Raahen tehtaan prosessikaavio (2)

Satamaan tuodaan tehtaalla käytettäviä materiaaleja sekä viedään pois valmiita terästuotteita ja muita sivutuotteita, joita tehtaalla syntyy. Koksaamalla ja briketointilaitoksella tuotetaan masuunille raaka-aineita, joilla rautaa valmistetaan. Masuunilta raakaurasta viedään rikinpoiston kautta rautateitse mikserille, joka sijaitsee terässulatolla. Terässulatolla raakaurasta valmistetaan terästä konverttereissa, joita on Raahessa kolme kappaletta. Terästä jatkokäsittelään CAS-OB-aseilla, senkkauunilla ja vakuunilaitoksella tilauksen tarpeellisuuden mukaan. Lopulta sulasta teräksestä tehdään aihioita jatkuvavalukoneilla. Terässulatolla on kolme jatkuvavalukonetta. Valssaamalla on kaksi linjastoa, jotka ovat levyvalssausta ja kuumavalssausta. Se, kummalle linjastolle ahiot päätyvät, riippuu asiakkaan tilauksesta. Valmiita tuotteita ovat erilaiset levyt ja kelat.

## 2.3 Terässulatto

Terässulatolla valmistetaan romusta ja raakaraudasta terästä. Kuvassa 2 on terässulaton prosessikaavio. Kuvan mukaisesti raakarauda tuodaan masuunilta rikinpoiston kautta terässulatolle. Rautasenkaista poistetaan rikinpoistokuonaa, ennen kuin se kaadetaan mikseriin, joka toimii raudan välivarastona. Terässulatolla on kaksi mikseriä, joiden tehtävinä on toimia puskurina masuunien ja terässulaton välissä. Mikseristä rauta kaadetaan panostussenkkaan, jolla viedään raakarauda tarkempaan rikinpoistoon. Sen jälkeen rauta panostetaan konvertteriin, joita terässulatolla on kolme.



KUVA 2. Terässulaton prosessikaavio (2)

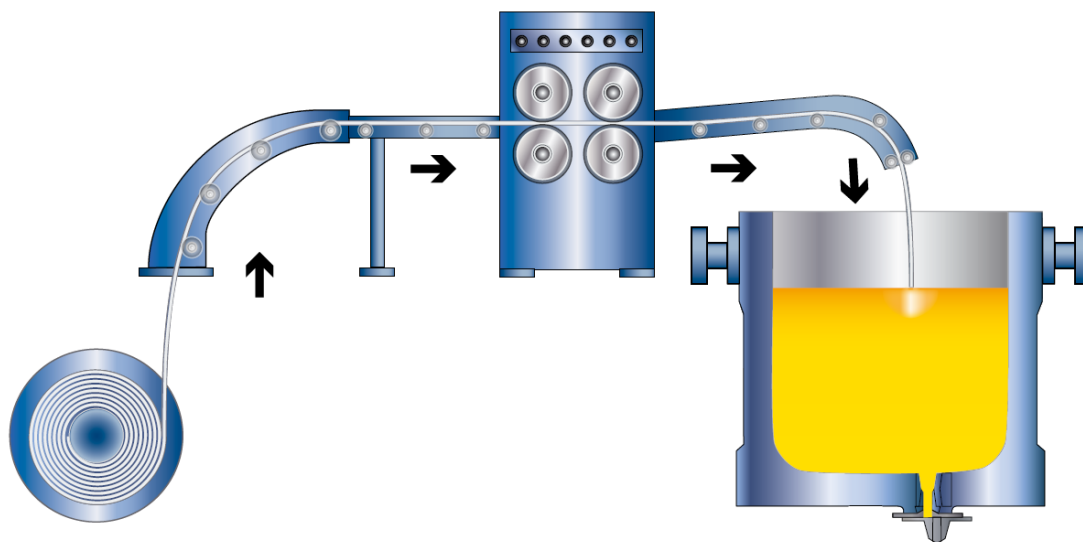
Konvertteriin panostetaan raakaraudan lisäksi teräsromua. Kun panostus on tehty, aloitetaan konvertterissa mellotusreaktio, jonka avulla raakaraudasta tehdään terästä. Näin syntyy terästä, joka kaadetaan terässenkkään ja kuljetetaan terässenkkävauunulla jatkokäsittelyyn. Jatkokäsittelypaikkoja ovat senkkauuni, vakuumilaitos tai CAS-OB-asemat. Se, mille asemalle senkka viedään, on kiinni siitä, minkälaista teräslajia halutaan. CAS-OB-asemalla tehdään teräkselle lopullinen jälkitäsmäys. CAS-OB on prosessi, joka mahdollistaa kaasuhuuhtelun lisäksi teräksen jatkoseostuksen, lämmityksen, alumiinin poiston ja jäähdytyksen.

Kun teräs on seoskäsitelty, siirretään se jatkuvavalulaitokselle. Jatkuvavalulaitoksella teräs valetaan esiaihoiksi, jotka viedään aihiohalliin, joka toimii myös välivarastona. Aihiohallissa aihio jäähdytetään ja siitä poistetaan tarvittaessa vetyä. Myös mahdolliset ulkoiset valuvirheet poistetaan tarvittaessa. Valmiit aihiot viedään valssaamolle jatkokäsittelyyn.

## 3 SEOSAINELANKALAITTEISTOT JA KÄYTTÖKOHTEET YLEISESTI

### 3.1 Langansyöttölaitteistot

Langan syöttö on viime vuosina syrjäyttänyt injektointitekniikan. Kuvasta 6 näkee langansyöttölaitteiston päälaitteistot ja langan syöttösuunnan. Molemmissa tavoite on sama. Menetelmillä voidaan poistaa teräksestä rikkiä ja happea, lisätä tarkasti eri seosaineita, muuntaa epämetallisten sulkeumien koostumusta ja rakennetta sekä parantaa teräksen isotrooppisia eli valssaussuunnasta riippuvia ominaisuuksia. ”Lanka” on ohutseinäistä teräsputkea, joka on täytetty jauheella, esimerkiksi seosaineella. Se on kelana, josta syöttölaite purkaa lankaa ja syöttää halutulla nopeudella senkkaan. Seinämä sulaa ja jauhe leviää tasaisesti senkassa olevaan terässulaan ja reagoi sen kanssa. Joissain langansyöttölaitteistoissa voi olla yhtäaikaisesti jopa kuusi erilaista lankaa. Langan syötöllä voidaan toteuttaa erilaisia terässulan käsittelyjä. (9, sulan teräksen jatkokäsittely.)



KUVA 6. Seosainelangan syöttölaitteiston rakenne (9, sulan teräksen jatkokäsittely)

Kalsiumkäsittelyssä lisätään pieni määrä kalsiumpiitä, ferrokalsiumia tai kalsiumia, jolla muunnetaan teräksessä olevia haitallisia epämetallisia sulkeumia edullisempaan muotoon. Näin voidaan parantaa teräksen valettavuutta mekaanisia ominaisuuksia. (9, sulan teräksen jatkokäsittely.)

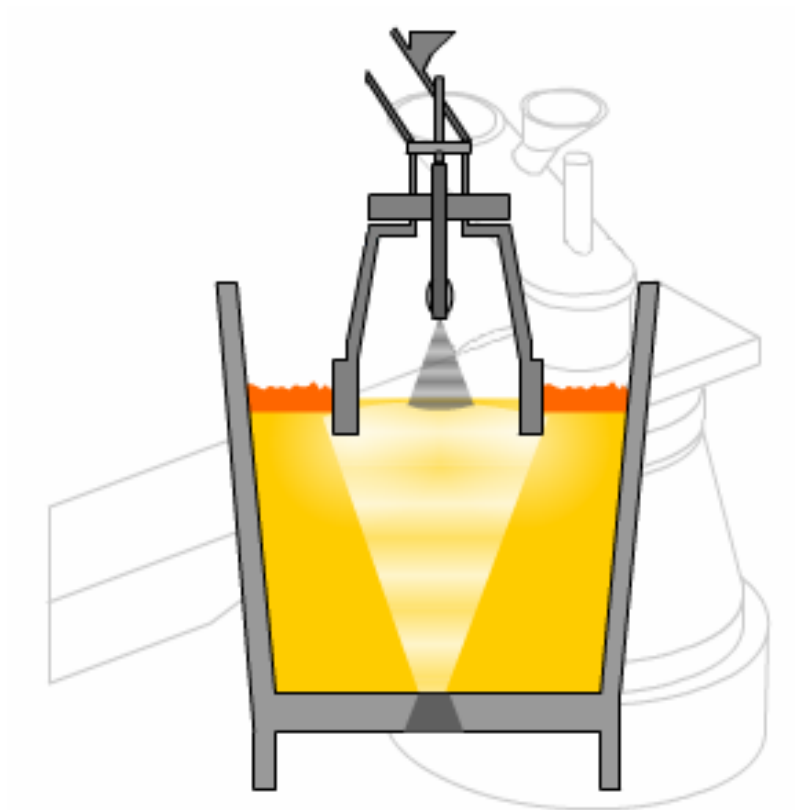
Hapen poistossa lisätään pieni määrä alumiinia terässulaan, jolla saadaan siihen liuennotta happea vähennetyksi. Alumiinilla tiivistettäessä syntyy kovia ja haitallisia sulkeumia. (9, sulan teräksen jatkokäsittely.)

Koostumuksen tarkennuksessa, jos seosaineita tarvitaan suuria määriä, ei niiden pitoisuus sulan käsittelyn loppuvaiheessa välttämättä ole tarkkaan haluttu. Langan syötöllä voidaan koostumus vielä tarkentaa ennen valua. (9, sulan teräksen jatkokäsittely.)

### **3.2 CAS-OB-asemat**

CAS-OB-prosessi on Nippon Steelin vuonna 1982 kehittämä prosessi, joka mahdollistaa kaasuhuuhtelun lisäksi teräksen seostuksen, lämmityksen ja alumiinin poiston. CAS-OB tulee sanoista Composition Adjustment by Sealed argon bubbling and Oxygen Blowing. (3.)

Prosessissa teräksen käsittely tapahtuu kuonattomalla pinnalla tulenkestävän kellon läpi, jossa vallitsee inertti argonkaasuatmosfääri. Kuvasta 3 nähdään sivuleikkauskuva prosessista. Tällä menetelmällä parannetaan seosaineiden saantia ja seostuksen hallintaa. Lämmitys tapahtuu alumiinin ja hapen eksotermisen reaktion avulla, josta vapautunut lämpö sitoutuu teräkseen lämmittäen sitä. Laitteisto lasketaan senkan päälle ja sen kautta lisätään seosaineita. Lanssin avulla pintaan voidaan puhalttaa happea. Kun samanaikaisesti lisätään alumiinia, syntyy alumiinioksidia ja huomattavasti lämpöenergiaa. Sulan lämpötilaa voidaan nostaa jopa 10 °C minuutissa. Syntynyt alumiinioksidi nousee kuonaan. (3; 9, sulan teräksen jatkokäsittely.)

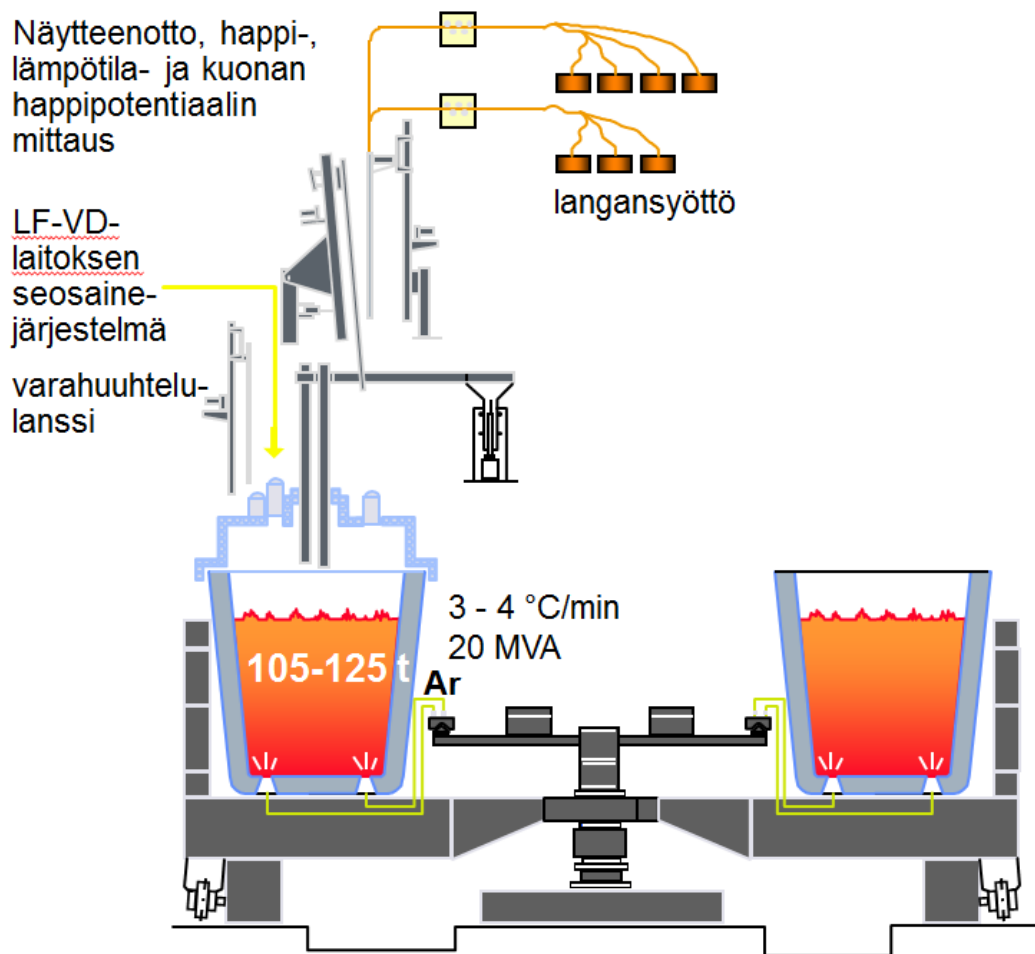


*KUVA 3. CAS-OB-aseman periaatekuva (3)*

### **3.3 Senkkauunit**

Senkkauuni on oleellinen osa korkealaatuisten terästen valmistuksessa, joko tyhjäkäsittelyn yhteydessä tai ilman. Tyhjäkäsittelyssä sulan lämpötila laskee sekä seosaineiden sulattamiseen tarvitaan myös lämpöä. Lämpötilan alenemista voidaan kompensoida senkkauunissa, joka on rakenteeltaan valokaariuunin kaltainen, kuten kuvassa 4, mutta huomattavasti pienitehoisempi. Senkkauunissa sulaa terästä voidaan sekoittaa induktiivisesti magneettikelan avulla tai puhaltamalla kaasua senkan pohjasta. Raahen tehtaalla ei ole induktiivista magneettikelaa, mutta Imatran tehtaalla on. Senkkauunissa on mahdollisuus myös seosaineiden lisäykseen. Senkkauunikäsittely onkin usein sulan viimeistelyvaihe, jossa koostumus tarkennetaan ja sulan lämpötila tasataan valua varten. Senkkauunivaiheessa myös epämetalliset sulkeumat poistetaan mahdollisimman tarkkaan sulan sekoituksen ja sulkeumia sitovan pintakuonan avulla. (9, sulan teräksen jatkokäsittely.)





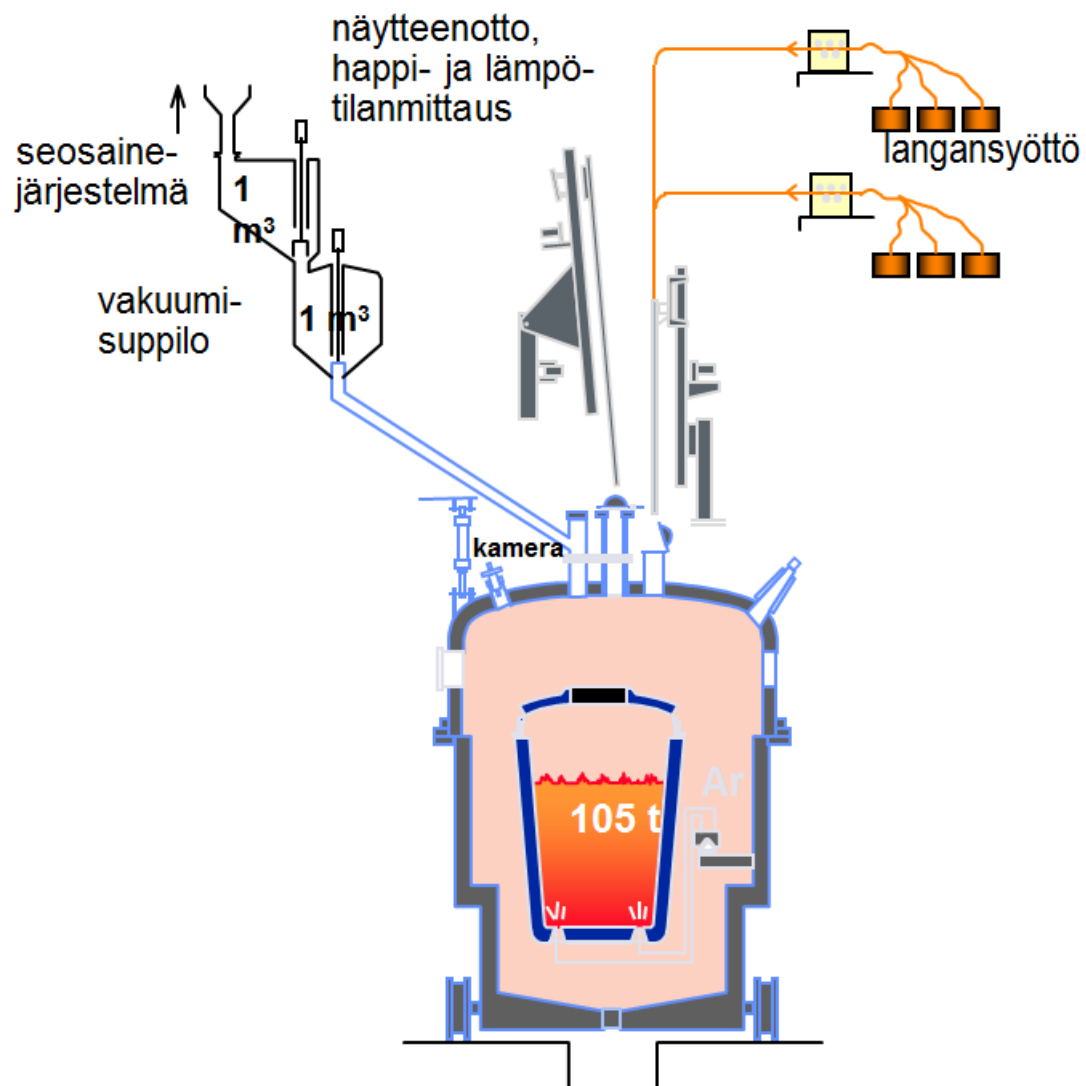
KUVA 4. Senkkauunin periaatekuva (5)

### 3.4 Vakuumlaitokset

Vakuumlaitoksella tehdään tyhjiökäsittelyjä, joilla poistetaan teräksestä siihen liuenneita kaasuja. Tavallisimmin käsittelyllä alennetaan vetypitoisuutta ja estetään täten vetyhalkeilu, joka haittaa varsinkin suurikokoisten taottavien kappaleiden tekoa ja lujien terästen hitsausta kylmissä olosuhteissa. Lisäksi vakuomoinnilla voidaan poistaa rikkiä ja typpeä. Kun näitä kolmea kaasua poistetaan, vakumoidaan tiivistettyä terästä. (9, sulan teräksen jatkokäsittely.)

Sulassa oleva liuennut happi muodostaa hiilen kanssa hiilimonoksidia, CO:ta, joka poistuu sulasta kaasukuplina. Kuvassa 5 on kuvattu vakuumlaitoksen prosessin poikkileikkauskuva. Tällaisella tyhjemellotuksella voidaan valmistaa hyvin matalahiilisiä teräksiä. Tällöin teräs ei saa olla täysin deoksidoitua eli tiivistettyä, koska mellotusreaktio tarvitsee happea. Kiinteitä oksidisulkeumia ei syn-

ny, ja lisäksi nousevat kaasukuplat kuljettavat sulassa olevia sulkeumahiukkasia pintaan. Liuenneen typen poistaminen merkittävässä määrin tyhjäkäsittelyllä on hankalaa. (9, sulan teräksen jatkokäsittely.)



KUVA 5. Vakuumilaitoksen periaatekuva (5)

Erilaisia tyhjäkäsittelyjä on kehitetty 1950-luvulta lähtien. Yleisemmin käytettyjä ovat menetelmät, joissa sulaa terästä käsitellään senkassa tai teräs siirretään senkasta tyhjäkammioon kuten RH-menetelmässä (Rheinstahl- Heraeus). Siinä sula teräs pumpataan putkessa tyhjäkammioon ja johdetaan toista putkea pitkin takaisin. Suomessa tankkityhjätyyppinen käsittely on käytössä Imatran ja Raa-

hen tehtailla. Myös ruostumattoman teräksen valmistuksessa käytetään VOD-tyhjäkäsittelyä (Vacuum Oxygen Decarburization), joka on tankkityhjötyyppinen käsittely jossa vakuumin lisäksi happipuhallusmahdollisuus. Tyhjäkäsittelyllä voidaan alentaa tehokkaasti teräksen vety- ja happipitoisuuksia sekä valmistaa niukkahiilisiä teräksiä. Esimerkiksi voidaan käyttää halpoja, runsashiilisiä raaka-aineita sekä parantaa teräksen sitkeyttä, väsymislujuutta ja työstettävyyttä. (9.)

## 4 KUNNOSSAPITO

Kunnossapito on viime vuosina kehittynyt paljon. Ajattelumalli pelkästä vikojen korjauksesta on laajentunut käyttöomaisuuden tuottokyvyn ylläpitämiseen ja säilyttämiseen. Vikojen korjaamisen sijaan pääpaino on keskitetty entistä enemmän vikojen ennaltaehkäisyyn. Koneiden ja laitteiden yhteyteen on jatkuvan kehittymisen myötä alettu liittämään muutakin kuin pelkkään koneen toimintaan liittyvää tekniikkaa. Kunnonvalvontalaitteilla saadaan tietoa, jonka avulla koneen toimintaa ja luotettavuutta voidaan ennustaa. Jatkuvasti kehittyvän tekniikan myötä myös kunnossapitäjiltä vaaditaan entistä enemmän ammattiosaamista. (8, s. 9.)

Kunnossapidolla vaikutetaan tuotannon käyntitehokkuuden ja tuotantokyvyn myötä yrityksen kannattavuuteen. Kunnossapito on myös yrityksen talouden merkittävä kustannustekijä. Edullisuuden ja tehokkuuden edistämiseksi on kehitetty kunnossapitostrategioita, joiden avulla kunnossapitoa saadaan keskitettyä ja hallittua paremmin. (8, s. 9.)

### 4.1 Kunnossapidon määrittely

Standardin SFS-EN 13306 mukaan kunnossapito on määritelty seuraavasti:

”Kunnossapito koostuu kaikista kohteen elinajan aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon”. (8, s. 14.)

Standardi PSK 6201 määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

”Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana”. (8, s. 14.)

## **4.2 Vikaantuminen**

Vikaantumisen tapahduttua päättyy kohteen kyky suorittaa tietty toiminta, eli kohteeseen aiheutuu vikatila. Vikatilassa kohde on kykenemätön suorittamaan vaadittava toiminto. Vaadittava toiminto voi joko puuttua kokonaan tai se ei ole määrällisesti ja laadullisesti hyväksyttävä. Ehkäisevän kunnossapidon puutteen, jonkin muun suunnitellun toimenpiteen puutteen tai ulkoisten resurssien puutteen vuoksi johtuvaa toimintakyvyttömyyttä ei lasketa vikatilaksi. (8, s. 30.)

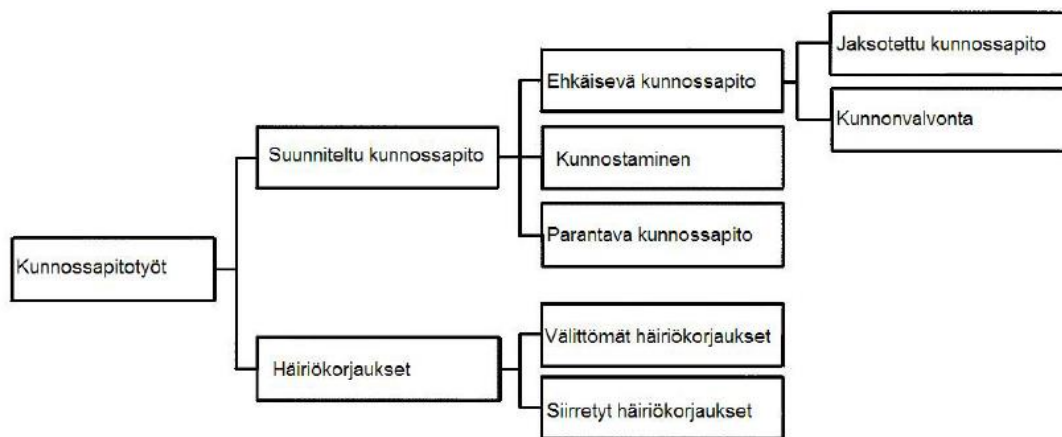
Kunnossapitostrategia RCM:n asiantuntija John Moubrayn mukaan vikaantumista esiintyy siten, että ennustettavissa olevia vikoja on 10–20 prosenttia, oireiden perusteella ajoissa löydettävissä olevia vikoja on 30–40 prosenttia ja loput ovat sellaisia vikoja, joita ei voida ennakoida. Tämän perusteella oikealla kunnossapidolla voidaan vaikuttaa suuresti vikojen vähenemiseen. (8, s. 54.)

Syitä vikaantumiselle on olemassa useita. Yksi syy on se, ettei laitteita käytetä oikealla tavalla. Se voi johtua siitä, ettei oikeita tapoja tunneta tai suhtautuminen on väärä. Ammattitaidon riittämättömyys voi olla myös syy vikaantumiseen. Tarkastuksissa ei välttämättä huomata oirehtivia vikoja, vian oireita tulkitaan väärin, sekä laitetta saatetaan käyttää tai kunnossapitää väärin. Laitteen ikääntymisestä johtuva toimintakyvyn heikkeneminen voi myös olla syynä vikaantumiselle. Heikkenemistä ei välttämättä havaita tai korjata, tai sitten se havaitaan ja hyväksytään. Laitteen käyttöolosuhteet voivat aiheuttaa vikaantumisen. Kun käyttöolosuhteet eivät ole optimaaliset, voi esimerkiksi liika aiheuttaa lämpenemistä tai estää liikkumista. Laitteen suunnittelukin voi aiheuttaa vikaantumisen, jos siinä ei ole huomioitu riittävästi koneen todellista käyttöä tai käyttöolosuhteita. (8, s. 55.)

### 4.3 Kunnossapitolajit

Yleisesti ottaen kunnossapitotoiminnassa viisi tunnistettavaa pääalajia ovat huolto, ehkäisevä kunnossapito, korjaava kunnossapito, parantava kunnossapito, vikojen ja vikaantumisen selvittäminen. (8, s. 41.)

Standardit jaottelevat kunnossapitolajit hieman toisistaan poikkeavasti. Kuvassa 7 on esimerkki standardin PSK 7501 jaosta. Tämä standardi tarkastelee lajien jaottelua sen mukaan, ovatko ne suunniteltuja vai aiheuttavatko ne tuotantohäiriön.



KUVA 7. Kunnossapitolajit standardin PSK 7501 mukaisesti (8, s. 43)

Suunniteltuun kunnossapitoon kuuluu ehkäisevää kunnossapitoa, kunnostamista ja parantavaa kunnossapitoa. Ehkäisevä kunnossapito voi olla joko jaksotettua kunnossapitoa tai kunnonvalvontaa. Näitä kunnossapitotoimia suoritetaan suunnitellusta käynnin tai kunnossapitoseisokin aikana. Häiriökorjaukset ovat puolestaan häiriöseisokin aikana suoritettavia toimintoja. Häiriökorjaukset yleensä aiheuttavat tuotantokatkoksen. Häiriökorjaukset voivat olla välittömiä korjauksia tai siirrettyjä korjauksia. (8, s. 43.)

#### **4.3.1 Huolto**

Huoltojen tarkoitus on pyrkiä pitämään yllä kohteen käyttöominaisuuksia. Lisäksi huoltojen yhteydessä palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen todellisen vian tai vaurion syntymistä. Koneen tai laitteen määräaikaishuoltoon kuuluu tavallisesti muun muassa toiminnan tarkastaminen, puhdistaminen, voitelu, yleishuolto, kalibrointi, kuluvien osien tarkastaminen ja vaihtaminen ja toimintakyvyn palauttaminen. (8, s. 44.)

#### **4.3.2 Ehkäisevä kunnossapito**

Ehkäisevään kunnossapitoon liittyy osittain samoja toimenpiteitä kuin huoltoon. Ehkäisevän kunnossapidon tehtävänä on seurata kohteen suorituskykyä ja sen myötä vähentää todennäköisyyttä vikaantumiselle tai toimintakyvyn heikkene miselle. Ehkäisevää kunnossapitoa ovat muun muassa tarkastaminen, kunnonvalvonta, määräystenmukainen toteaminen, toimintakunnon tarkastaminen, käynninvalvonta ja vikaantumistietojen analysointi. (8, s. 44–45.)

Ehkäisevä kunnossapito on pääsääntöisesti säännöllistä ja suunniteltua toimintaa, jota tehdään sekä koneen käydessä, että erilaisten seisokkien ja häiriöseisokkien yhteydessä Kunnonvalvonnalla etsitään oireilevia vikoja usein kohteen toimiessa, mutta sitä voidaan tehdä myös seisokkien aikana. (8, 66.)

#### **4.3.3 Korjaava kunnossapito**

Korjaava kunnossapito on nimensä mukaisesti kohteen korjaamista ja kunnostamista. Kohteen esille tulleet viat korjataan ja kohde palautetaan toimintakuntoon. (7, s. 299.) Korjausta edeltävät kohteeseen tulleen vian syntyminen ja sen havaitseminen. Vika voi ilmetä esimerkiksi kohteen pysähtymisenä, käynnin heikkenemisenä, ylimääräisinä ääninä, kuumenemisena tai vuotoina. (7, s. 307.)

#### **4.3.4 Parantava kunnossapito**

Parantavaa kunnossapitoa tarkasteltaessa on syytä jaotella kunnossapitotoimet kolmeen ryhmään:

1. Kohdetta modernisoidaan siten, että rakennetta voidaan muuttaa käyttämällä esimerkiksi uudempia osia, mutta itse kohteen suorituskyky ei muutu.
2. Kohdetta uudelleen suunnitellaan tai korjataan siten, että tavoitteena on kohteen toiminnan luotettavuuden lisääminen eikä suorituskyvyn muuttaminen.
3. Kohdetta modernisoidaan siten, että myös suorituskyky muuttuu. Usein kohteen modernisoinnin myötä uudistuu myös valmistumisprosessi. (8, s. 45.)

#### **4.3.5 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen**

Vikojen ja vikaantumisen selvittämisellä on tarkoitus saada selville perussyyn vikaantumiselle ja myös koko vikaantumisprosessi. Saatavien tulosten perusteella voidaan suorittaa toimenpiteitä, joiden myötä vastaavan vahingon uusiutuminen estetään. Tavallisimpia menettelykeinoja ovat vika-analyysi, vikaantuminen, vikaantumisen selvittäminen, mallintaminen, perussyyn selvittäminen, materiaalianalyysit, suunnittelun analyysit, vikaantumispotentiaalin kartoitukset ja riskinhallinta. (8, s. 45–46.)

#### **4.4 Kunnossapitostrategiat**

Viime vuosikymmenien aikana on kunnossapitoon kehitetty useita erilaisia toimintamalleja. Näistä merkittävimpiä ovat seuraavat:

- laatujohdannaiset strategiat
- TPM (Total Productive Maintenance, kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito)
- RCM (Reliability Centered Maintenance, luotettavuuskeskeinen kunnossapito)
- SRCM (Streamlined RCM, virtaviivaistettu RCM)
- Asset Management (käyttöomaisuuden hallinta)



- Six Sigma (8, s. 77.)

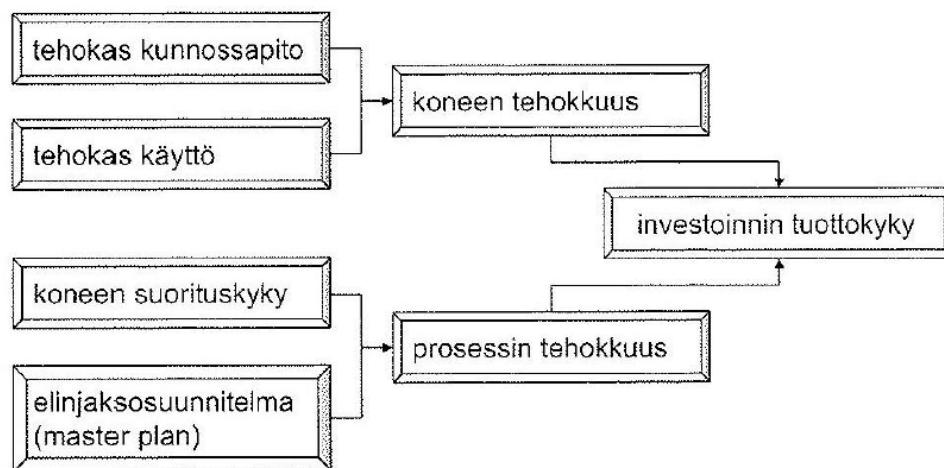
Toimintamallit voidaan peruseriaatteidensa puolesta jakaa kolmeen eri kategoriaan. Laatujohtannaiset strategiat ja Six Sigma keskittyvät työtehtävien suorittamiseen mahdollisimman oikein ensimmäisestä kerrasta lähtien. TPM:n tavoite on motivoida käyttäjää huolehtimaan koneesta tai laitteesta ja rakentamaan yhteistyötä organisaation muiden osastojen kanssa. (8, s. 77.)

RCM, SRCM ja Asset Management ovat toimintamalleja, jotka pyrkivät tehokaiden kunnossapitostrategioiden valintaan. Tavallisesti yrityksellä on käytössä useita toimintamalleja ja kunnossapitostrategia on luotu näitä toimintakehyksiä painottamalla. (8, s. 77.)

#### **4.5 Kunnossapidon vaikutus yrityksen toimintaan**

Yritys hankkii itselleen käyttöomaisuutta, jonka avulla se valmistaa hyödykkeitä. Hyödykkeitä myymällä yritys maksaa kulunsa ja saa liikevoittoa. Käyttöomaisuuden käytön tehokkuus vaikuttaa olennaisesti yrityksen kannattavuuteen ja kilpailukykyyn. Yritys investoi käyttöomaisuuttaan muun muassa tuotantovälineisiin. Tuotantovälineen tuottavuuteen vaikuttavat useat eri tekijät, jotka ovat eritelty kuvassa 8. (8, s. 12.)

Kuten kuvasta 8 nähdään, kunnossapito vaikuttaa merkittävästi yrityksen kannattavuuteen. Tehokas kunnossapito lisää koneen, laitteen tai järjestelmän tehokkuutta, joka puolestaan parantaa investoinnin tuottokykyä. Tämä vaikuttaa suoraan kannattavuuteen.



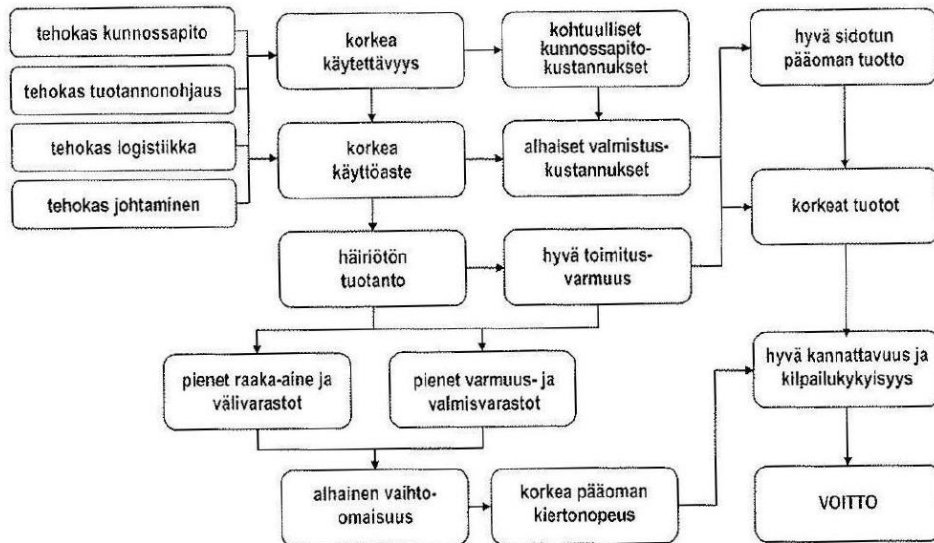
*KUVA 8. Tuotantovälineen tuottavuuteen vaikuttavat tekijät*

Tehokas kunnossapito tarkoittaa sitä, että kunnossapitäjät laativat koneelle, laitteelle tai järjestelmälle mahdollisimman järkevät kunnossapitostrategiat ja noudattavat niitä siten, että suorituskyky säilyy mahdollisimman hyvänä. Kun koneen, laitteen tai järjestelmän käyttäjien toiminta on vielä tehokasta ja asianmukaista, tulee koneen, laitteen tai järjestelmän toiminnallinen tehokkuus olemaan hyvä. Kun kone, laite tai järjestelmä on teknisiltä ominaisuuksiltaan kykenevä halutuille toiminnoille ja sille on laadittu elinjaksosuunnitelma, vaikuttaa se positiivisesti prosessin tehokkuuteen. Koneen, laitteen tai järjestelmän ja prosessin tehokkuus määräävät yhdessä tuotantovälineen tuottokyvyn. (8, s. 12.)

Koska kunnossapito on yritysten suurin kontrolloimaton kustannuserä ja yleensä ottaen yksi suurimmista yritysten kustannuksista, on yrityksillä suuri haaste saada kunnossapito hallintaan ja kustannukset pysymään kontrollissa. Kunnossapito vaikuttaa yrityksen tuloksen muodostumiseen epäsuorasti ja vaikutusketju on melko pitkä. Sen tunteminen on kuitenkin ehdottoman tärkeää, jotta yritys pystyy selvittämään esimerkiksi kunnossapitopanostusten aikaansaamat tuotot. (8, s. 20.)

Kuvan 9 mukaan tehokas kunnossapito on tärkeä osatekijä käytettävyyden ja käyttöasteen kasvamiselle, mikä johtaa valmistus- ja kunnossapitokustannusten pienenemiseen, toimintavarmuuden paranemiseen ja häiriöttömään tuotantoon. Tämän johdosta varastot pienenevät ja tuotot kasvavat, jonka myötä myös kan-

nattavuus ja kilpailukykyisyys paranevat. Tämä johtaa saatavan voiton kasvamiseen.

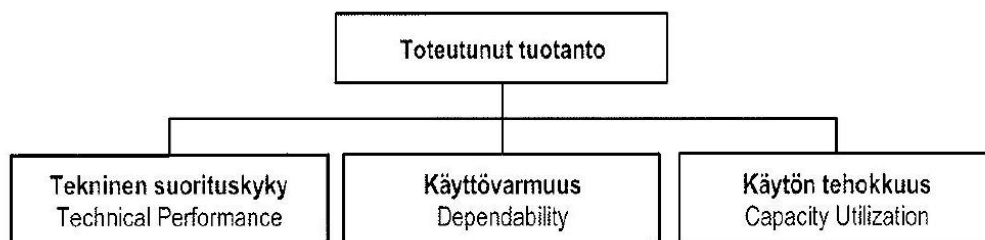


KUVA 9. Kunnossapidon vaikutus kannattavuuteen (8, s. 21)

## 5 KÄYTTÖVARMUUS

### 5.1 Toteutuneen tuotannon määrä

Kun ajatellaan tuotantolaitoksen tehokkuutta kunnossapidon näkökulmasta, voidaan sitä mitata toteutuneen tuotannon määrällä. Koneen, laitteen tai järjestelmän tuottamaan tuotantoon vaikuttavat useat tekijät. Niitä ovat koneen tekninen suorituskyky, koneen käyttövarmuus ja koneen käytön tehokkuus. (8, s. 32.)



*KUVA 10. Koneen suorituskykyyn vaikuttavat tekijät (8, s. 31)*

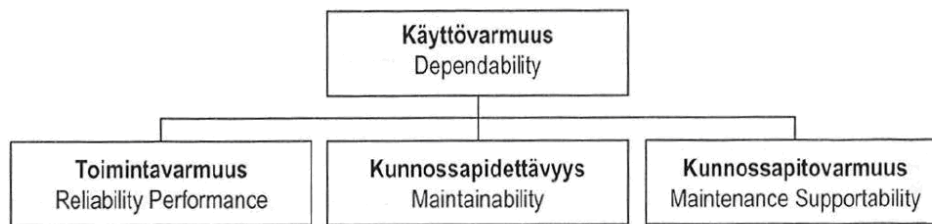
Koneen tekninen suorituskyky määrittelee, kuinka paljon kone pystyy tuottamaan valmistettavaa hyödykettä. Käyttövarmuus puolestaan määrittelee, kuinka paljon konetta pystytään käyttämään. Lisäksi se, kuinka tehokkaasti konetta käytetään, vaikuttaa suoraan toteutuneen tuotannon määrään. Koska tässä opinnäytetyössä keskitytään käyttövarmuuden parantamiseen ja kehittämiseen, on käyttövarmuuden käsitettä syytä käsitellä hieman tarkemmin.

### 5.2 Käyttövarmuus

PSK 6201 -standardin mukainen määrittely käyttövarmuudelle on seuraava:

”Käyttövarmuus on kohteen kyky olla tilassa, jossa se kykenee suorittamaan vaaditun toiminnon tietyissä olosuhteissa ja tietyllä ajan hetkellä tai tietyn ajanjakson aikana olettaen, että vaadittavat ulkoiset resurssit ovat saatavilla”. (8, s. 32.)

Käyttövarmuus voidaan jaotella siihen vaikuttaviin tekijöihin kuvan 11 mukaisesti.



*KUVA 11. Käyttövarmuuteen vaikuttavat tekijät (8, s. 32)*

### 5.2.1 Toimintavarmuus

Toimintavarmuus tarkoittaa kohteen kykyä suorittaa vaadittava toiminto määrättyissä olosuhteissa vaadittavan ajan. Toimintavarmuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat konstruktio, rakenteellinen kunnossapito, asennus, huolto, käyttö ja varmennus. (8, s. 32.)

Konstruktion kuuluvat muun muassa koneen suunnittelun lähtötiedot, materiaalit, niiden mitoitus ja suunnitteluperiaatteet. Rakenteellinen kunnossapito tarkoittaa luoksepäästävyyttä, vian etsinnän helppoutta ja korjauksen helppoutta, johon vaikuttaa muun muassa tekninen vaativuus ja turvallisuus. Asennukseen kuuluvat asennuksen teknisen suorittamisen lisäksi luovutus, käyttöopastus, kunnossapitosuunnitelmat ja dokumentaatiot. Huoltoon liittyvät sekä ennakoiva kunnossapito että huollon toteutus. Käyttöön liittyvät fyysisen kykenevyyden lisäksi koulutus ja motivaatio. Varmennukseen kuuluvat puolestaan saatavuus ja valintatapa. (8, s. 33.)

### 5.2.2 Kunnossapidettävyys

Kunnossapidettävyys tarkoittaa kohteen ominaisuutta olla pidettävissä toimintakuntoisena tai olla palautettavissa toimintakuntoon määritellyissä käyttöolosuhteissa, jos kunnossapito suoritetaan määritellyissä olosuhteissa käyttäen vaadittuja menetelmiä ja resursseja. Kunnossapidettävyyteen vaikuttavia tekijöitä ovat vian havaittavuus, huollettavuus ja korjattavuus. (8, s. 33.)

Vian havaittavuuteen vaikuttavia seikkoja ovat muun muassa vian osoittamis- mahdollisuus, testaukset ja automaattinen kunnonvalvonta. Huollettavuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi laitestandardisointi, luoksepäästävyys ja reititettävyyys. Korjattavuuteen vaikuttavat dokumentaation saatavuus, varaosien saatavuus, kohteeseen päästävyys, purkaminen, standardityökalujen käyttö, kokoaminen, testaus, säätäminen, työturvallisuus ja raportointi. Toimintavarmuuden ja kunnossapidettävyyden raja on toisinaan häilyvä, joten monet käsitteet ovat jopa päällekkäisiä. (8, s. 33)

### **5.2.3 Kunnossapitovarmuus**

Kunnossapitovarmuus on kunnossapito-organisaation kykyä suorittaa vaadittu toiminto tehokkaasti määrätyissä olosuhteissa vaaditulla ajanhetkellä tai ajanjaksona. Kunnossapitovarmuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat hallinto, rutiinit, systemit, dokumentaatiot, korjausvarusteet, varaosat, materiaalit ja kunnossapitäjät. (8, s. 34.)

Hallinto, rutiinit ja dokumentaatiot vaikuttavat olennaisesti kunnossapitovarmuuteen. Hallinto käsittää muun muassa organisaation ja avainhenkilöt, ohjausjärjestelmät ja mittaristot ja tietojärjestelmät. Rutiineihin kuuluvat muun muassa yhteistyö ja tiedonsiirto käyttäjien ja kunnossapitäjien välillä sekä toimittajayhteistyö. Dokumentaatioon kuuluvat esimerkiksi piirustukset ja ohjeet, saatavuus ja ylläpito sekä vikahistoriat. (8, s. 34.)

Myös korjausvarusteet kuuluvat olennaisena osana kunnossapitovarmuuteen. Korjausvarusteita ovat muun muassa vakiotyökalut, erilaiset koneet ja erikoistyökalut. Varaosat ja materiaalit ovat myös kunnossapitovarmuuden tekijöitä. Näihin liittyvät vaihto- ja varaosat, materiaalit ja tarvikkeet, sijainti ja saatavuus ja logistiikka. Lisäksi itse kunnossapitäjät vaikuttavat kunnossapitovarmuuteen. Vaikutustekijöitä ovat määrä, sijainti, tavoitettavuus, ammattitaito ja sen ylläpitäminen ja kehittäminen, moniosaaminen ja motivaatio. (8, s. 34.)

## 6 SEOSAINELANKALAITTEISTOT RAAHEN TERÄSSULATOLLA

Seosainelankalaitteistoja tarvitaan terässulatolla teräksen jatkokäsittelyssä. Jokaisella sulatuksella on omat ohjearvonsa ja tavoitteet, joiden toleranssien sisään käyttökäyttöhenkilökunta pyrkii seostamaan jokaisen sulatuksen erikseen. Kun teräs saadaan näiden toleranssien sisään, saadaan teräkselle halutut ominaisuudet. Tässä kokonaisuudessa seosainelankalaitteistojen rooli on jälkitäsmäyksessä, jossa teräkselle tehdään viimeinen seostus ennen valamista aihioiksi.

Seosainelankalaitteistot on asennettu vuonna 1998 senkkauunille ja vakuumille, jotka on tehty suunnittelutyönä. CAS-OB-asemilla seosainelaitteistot asennettiin samalla, kun asemat rakennettiin. CAS-OB 3 -asema otettiin käyttöön 5.6.2008 ja CAS-OB 2 -asema 16.3.2009. Liitteessä 1 on tarkemmin kuvattu, kuinka langansyöttölaitteistoon kuuluu monta eri osakokonaisuutta.

Lankakelat tuodaan trukilla välivarastosta ja ne varastoidaan omille linjolle lankahäkkiin kuvan 12 mukaisesti. Lankahäkin ympärille on rakennettu suojaverkot. Kun lanka purkautuu kelasta, ensimmäisenä se menee ohjauseinien välisellä langanohjaussuppiloon, jonka näkee kuvasta 12. Suppilo ohjaa langan langanohjausrullastolle siten, ettei lanka takerru työtason kulmiin kiinni.



*KUVA 12. FeCa -lankakela lastattuna lankahäkkiin ja vieressä langanohjaussuppilot, joka ovat lankahäkin yläpuolella*

Kuvasta 13 näkee, että jokaiselle langalle on oma ohjaussuppilo sekä langanohjausrullasto. Langanohjausrullasto ohjaa langan syöttökoneistopakettille. Syöttökoneistopakettiin kuuluu oman alustan päällä olevan hydraulikkamootorilla toimivat syöttökoneistot, jotka ovat toistensa päällä.



*KUVA 13. Langanohjausrullasto työtasolla, jonka alapuolella on langanohjaussuppilot*

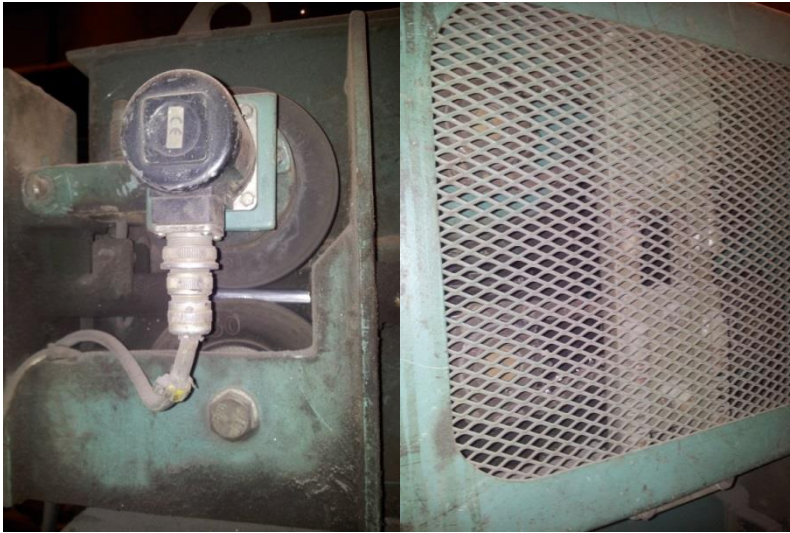
Jokaista seosainelankaa kohden on yksi syöttökoneisto ja yhdessä langansyöttöpaketissa on kolme syöttökoneistoa. Poikkeuksena kuvassa 14 näkyy senkauunin langansyöttöpaketti, jossa on neljä syöttökoneistoa.



*KUVA 14. Vasemmalta tulevat langanohjausrullastot ohjaavat seosainelangat suoraan langansyöttöpakettiin*



Syöttökoneistoon kuuluu mittauslaitteisto ja vetokoneisto. Kuvasta 15 näkee mittauslaitteiston ja vetokoneiston lähikuvina. Mittauslaitteisto toimii impulssimitausmenetelmällä, jossa mittarulla on langan kyljessä kiinni ja pyörii sitä mukaa, kun lankaa syötetään senkkaan. Joka kerta, kun rulla pyörähtää kerran täyden 360 asteen verran, seosainelankaa on syötetty yhden impulssin verran. Veto-koneisto toimii hydraulikkamootorilla, joka vetää vetorullien avulla seosainelankaa laitteiston läpi.



*KUVA 15. Langansyöttöpakettiin kuuluvat vasemmalla oleva mittalaitteisto sekä oikealla oleva vetokoneisto*

Syöttökoneistosta lanka etenee langanohjausputkeen. Sen tehtävänä on ohjata lanka syöttöputkeen, kuten kuvassa 16.



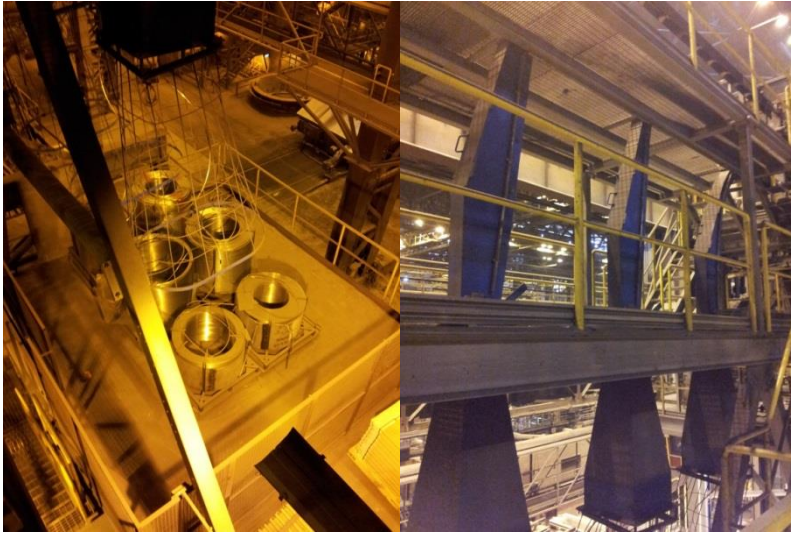
*KUVA 16. Langanohjausputket, joiden kautta lanka kulkee putkien päässä olevaan syöttöputkeeseen*

Syöttöputkella on kaksi asentoa. Syöttöasennossa kuvassa 17 syöttöputki siirtyy käsittelyaukon kohdalle ohjaten langan senkkaan, ja kun langansyöttö loppuu, lankaa joudutaan peruuttamaan taaksepäin sen verran, että syöttöputki voidaan ajaa syöttöaukon kohdalta ylös ja sivuun lepoasentoon. Syöttökoneistolla ei ajeta kuin yhtä lankaa kerrallaan ja ennalta valitussa järjestyksessä, jotta teräksestä saadaan mahdollisimman laadukasta. Ensimmäisenä syötetään alumiinilanka, jotta teräs on varmasti tiivistä ja titaanilanka ennen booria, koska titaani ja boori voivat kummatkin reagoida typen kanssa. Sulkeumien käsittelyt tehdään viimeisenä yleensä kalsiumkäsittelynä.



*KUVA 17. Vasemmalla syöttöputki on lepoasennossa ja oikealla syöttöasennossa*

Senkkauunin ja vakuumlaitoksen seosainelankajärjestelmät ja prosessit ovat samankaltaisia. Liitteissä 7 ja 8 on kuvattu seosainelankojen kulku senkkauunilla ja vakuumlaitoksella. CAS-OB-asemien seosainelankalaitteistot ovat hyvin samankaltaisia kuin senkkauunilla ja vakuumlaitoksella, mutta prosesseissa ja rakenteissa on pieniä eroavaisuuksia. CAS-OB-asemalle lankakeloja ei tuoda linjoillensa trukilla vaan ne nostetaan nosturilla omille linjoillensa kuvan 18 mukaisesti. Seosainelanka purkautuu kelasta samalla tavalla kuin senkkauunilla. Ensimmäisenä se menee ohjausseinien välistä langanohjaussuppiloon, jonka näkee kuvasta 18. Suppilo ohjaa langan langanohjausrullastolle siten, ettei lanka takerru työtason kulmiin kiinni. Jokaiselle langalle on oma ohjaussuppilo sekä langanohjausrullasto.



*KUVA 18. CAS-OB-aseman lankahäkki, jonne langan on nostettu yläpuolella olevalla nosturilla ja lankahäkin yläpuolella näkyy langanohjaussuppilot, jotka ovat paremmin kuvattuna oikeanpuoleisessa kuvassa*

Langanohjausrullasto on tarkemmin kuvattu kuvassa 19, jota pitkin lanka kulkee syöttökoneistopakettille. Syöttökoneistopakettiin kuuluu oman alustan päällä olevan hydraulikkamootorilla toimivat syöttökoneistot, jotka ovat toistensa päällä. CAS-OB-asemien syöttökoneistot toimivat samalla periaatteella kuin senk-kauunilla.



*KUVA 19. Vasemmalla puolella näkyy langanohjausrullaston kaari, joka etenee oikealla olevaan langansyöttöpakettiin*



Syöttökoneistosta seosainelanka etenee langanohjausputkeen, jonka tehtävänä on ohjata seosainelanka syöttökoneistolle. Langanohjausputket ovat tarkemmin kuvattuna kuvassa 20. Syöttökoneisto on erilainen kuin senkkauunilla.



*KUVA 20. Langansyöttöpaketin jälkeen tulevat langanohjausputket, joita pitkin seosainelanka siirtyy oikealla olevaan syöttökoneistoon*

Kun CAS-OB käsittely alkaa, kuvan 21 syöttökoneisto laskeutuu kokonaisuudessaan alaspäin senkan yläpuolelle. Käsittelyn lopussa syötetään seosainelangat yksitellen, mutta eroavaisuutena on se, että lankaa ei peruuteta syötön jälkeen taaksepäin, vaan se leikataan poikki. CAS-OB:lla on vain kolme seosainelankaa: C-, FeCa- ja CaSi langat, joita voi tarkastella tarkemmin liitteestä 9.



*KUVA 21. Langansyöttökoneisto CAS-OB:n kellon päällä*

## **7 SEOSAINELANKALAITTEISTON KEHITTÄMISEN TYÖVAIHEET**

### **7.1 Seosainelankalaitteiston kehittäminen**

Työ aloitettiin aloituspalaverissa 9.11.2012. Palaverissa asetettiin tavoitteet tälle työlle. Tutustuminen aloitettiin käyttöhenkilökunnan kanssa käymällä läpi laitteistot ja perehtymällä laitteiston prosessiin ja siihen, kuinka ne toimivat. Lisäksi etsittiin materiaalia internetistä ja julkaisuista siitä, kuinka vastaavanlaiset seosainelankalaitteistot toimivat. Seosainelankalaitteistoja oli paranneltu vuosien aikana, jolloin on tehty pieniä muutoksia, jotka olivat auttaneet parantamaan käyttövarmuutta ja helpottamaan työntekijöiden tehtäviä.

Tutustumisen jälkeen alettiin etsiä keinoja, joilla saadaan tavoitteet suoritetuksi. Ensimmäinen ongelma oli saada tietoa seosainelankalaitteistoista ja niissä tapahtuvista häiriöistä. Häiriöitä oli kartoitettu jo aikaisemminkin, mutta niistä tuloksista ei ollut hyötyä tähän työhön. Aikaisemman seurannan pohjalta laadittiin uusi seurantajakso, jonka pituus oli kuukausi. Häiriöseurannalla selvitettiin sulausnumero, ajossa oleva seosainelanka häiriöhetkellä, häiriön syy ja työntekijöiden omia huomioita ja lisätietoja. Sen lisäksi oltiin vuorovaikutuksessa vuoron työntekijöiden kanssa, jotta saatiin tarkempaa tietoa häiriöistä ja niiden syistä.

Samaan aikaan selvitettiin, mitä kehitysideoita käyttöhenkilökunnalla ja toimihenkilöillä käytön ja huollon puolella oli laitteiston ja työnteon kehittämiseksi. Kehitysideakeskustelut käytiin työntekijöiden kanssa heidän omissa työpisteissään. Jokaisella vuorolla oli omia ideoita, kuinka seosainelankalaitteistoja voisi kehittää. Suurin osa näistä tuloksista oli pieniä, työntekoa helpottavia parannuksia, jotka eivät auttaneet poistamaan häiriöitä. Kehitysideoita lähdin kartoittamaan haastatteleamalla työntekijöitä eri vuoroista kuin myös toimihenkilöitä käytön, huollon ja kehityksen puolelta.

Häiriötietojen keräämisen jälkeen tutkittiin kriittisimmät ongelmat. Käytännössä tutkittiin, mitä häiriöitä oli tullut eniten suhteutettuna langansyötön määrään ja kuinka paljon kaikkia lankoja ajettiin yhteensä. Vain eniten häiriöitä aiheuttaneet

sytyt yritettiin ratkaista kehitysideoiden avulla. Kun kaikki potentiaaliset ideat oli kartoitettu, seuraava vaihe oli tutkia ne ideat, joilla häiriömäärät saadaan minimoitua. Sen lisäksi joitain ideoita kehitettiin eteenpäin ja muokattiin potentiaalisia ratkaisuja.

## **7.2 Työohje seosainelankojen liittämiseen**

Koska aikaisempia työohjeita seosainelankojen liittämiseen ei löytynyt työohjeiden tietokannasta, työ aloitettiin alusta asti tutkimalla muita työohjeita, joista otettiin mallia seosainelankojen liittämisen työohjeeseen. Seuraavaksi selvitettiin päivävuoron työntekijän kanssa, mitä kaikkia työvaihteita seosainelankojen vaihtamisessa ja liittämässä oli. Kun kaikki työvaiheet olivat selvillä, kirjoitettiin alustavat työohjeet, jotka käytiin läpi päivävuoron työntekijöiden kanssa. Lopuksi työohjeet kirjoitettiin puhtaaksi ja hyväksyttiin.

## **7.3 Uuden kelamallin raportti**

Projektin käynnistämävaiheessa tiedettiin, että toimittajalta oli tulossa uusi lankakela, jota koekäytettäisiin käytännössä senkkauunilla. Kun kelat saapuivat tehtaalte, ne otettiin heti käyttöön ja seurattiin yhdessä päivävuoron ja vuorossa olevien käyttöhenkilökunnan kanssa. Kun testikelat olivat käytössä, käytiin arviointikeskusteluja käyttöhenkilökunnan kanssa, jotta saataisiin mahdollisimman hyvin selville, kuinka uuden lankakelat toimivat käytännössä.



## **8 SEOSAINELANKALAITTEISOJEN KEHITTÄMISEN TULOKSET**

### **8.1 Seosainelankalaitteiston kehittäminen**

#### **8.1.1 Häiriötapaukset**

Senkkauunin, vakuumlaitoksen ja CAS-OB-asemien häiriöiden tuloksia kuukauden pituisen seurantajakson aikana saatiin seuraavasti:

- vakuumlaitos: 1 tökkääminen
- senkkauuni: 4 katkeamista, 3 tökkäämistä, 6 takertumista ja 1 laitteistovika
- CAS-OB 2: 3 katkeamista
- CAS-OB 3: ei mitään.

#### **8.1.2 Kehitysideat**

Kehitysideakeskusteluiden pohjalta saatiin seuraavanlaisia kehitysideoita:

1. Asennetaan seosainelangan senkkauunille langankatkaisulaite, jolla poistettaisiin seosainelankojen peruuttaminen.
2. Asennetaan sähkövinssi senkkauunin lankahäkin tiiliseinään ja sillä saataisiin lankakelat liikkumaan ilman työntekijän ponnisteluja.
3. Lastataan lankakelat samansuuntaisesti ylhäällä olevan syöttösuppilon kanssa häiriöiden välttämiseksi.
4. Rakennetaan syöttölaitteiston ja lankahäkin välissä olevaan langanohjausrullaston kaarteeseen metrin pituinen luukku, josta voitaisiin vetää lankaa häiriön sattuessa.
5. Asennetaan syöttölaitteen vieressä olevan paikallisajonapin kohdalle luukku helpottamaan langan syöttämistä uudelleen langansyöttökoneeseen.
6. Kehitetään huoltoa langansyöttölaitteilla siten, että 3 kuukauden välein tehdään perusteellinen puhdistus laitteistolle ja tarkastettaisiin useammin langanohjausrullaston ja syöttökoneiston syöttöpyörät.

7. Lähetettäisiin lankakelojen toimittajille pyyntö, että saataisiin kaikkiin lankakeloihin jalaksien väliin välilevy, joka tasapainottaa ja lisää kelan pitoa aluslevyn päällä.
8. Lähetettäisiin puolalaisten Globe -kelojen toimittajille tieto, että seosainelangan ulkokuori on liian kova.
9. Lähetettäisiin toimittajille pyyntö, että tehtäisiin lankakelojen kehikon ohjaussilmukka siten, että se olisi kolme senttiä langan yläpuolella, jotta lankakelat purkautuisivat helpommin.
10. Toivotaan uusi trukki vanhan tilalle, koska vanhalla on vaikea laittaa keloja paikalleen, koska trukki ei toimi oikein.
11. Tehtäisiin senkkauunin lankahäkkiin enemmän tilaa, jotta saataisiin tyhjät lankakelan kehikot helpommin pois.
12. Vaihdettaisiin senkkauunilla titaanin- ja hiililinjan paikkoja, koska hiiltä kuluu enemmän kuin titaania ja se helpottaisi tyhjien kehikkojen ottoa pois.

Kehitysideoiden pohjalta mietittiin erilaisia ratkaisuja, joilla olisi mahdollista poistaa seosainelankalaitteistoissa tapahtuvia häiriöitä. Resurssien puutteen vuoksi mietittiin kaikkia mahdollisia rakenteita, joilla voisi olla vaikutusta käyttövarmuuden kehittämiseen.

Pyydetäisiin toimittajaa tekemään lankakelan kehikon ohjaussilmukka siten, että se olisi vähintään kolme senttiä pakatun langan yläpuolella, jotta lanka ei olisi tiukasti kiinni kehikossa ja lanka pääsisi kulkemaan vapaammin. Uusissa keloissa ongelmaa ei havaittu, joissa tämä rakenne oli tehty. Aikaisemmin työntekijöillä oli tapana nostaa ohjaussilmukkaa rautakangella ylöspäin.

Asennettaisiin senkkauunille langankatkaisu laitteisto. Laitteistolle olisi todella vähän tilaa syöttölaitteiston vieressä ja sen lisäksi langankatkaisulaitteistot maksavat paljon. Tällä ratkaisulla poistuisi suurin osa ongelmista.

Asennettaisiin langanpysäytyslaitteisto ja tehtäisiin tietyille langoille oma häkki-tila, johon lanka voisi peruuttaa, ettei se peruuntuisi kelojen alle. Tämä toimenpide olisi mahdollista vain osalle langoista.

Rakennettaisiin lankahäkin pohjasta tasainen siten, etteivät langat pääsisi takertumaan kelan jalaksien alle eivätkä lankakelat pääsisi putoamaan rullilta alemmalle tasolle. Tässä rakenteessa lankahäkin lattian tulisi olla samalla tasolla koko lankahäkin alueelta. Senkkauunin lankahäkin mallissa oli kaksi eri tasoa, rullataso ja pohjataso, joista rullataso on noin kymmenen senttiä lattiatasoa ylempänä.

Rakennettaisiin jokaiselle langalle ohjauskehikot ihan kelojen yläpuolelle asti siten, etteivät langat pääsisi purkautumaan kelojen ulkopuolelle. Käytännössä jatkettaisiin nykyisiä ohjauskehikoita alemmas ihan lankakelan yläpuolelle asti ja tehtäisiin niistä tarpeeksi ahtaita, jotta langalla ei olisi ylimääräistä tilaa purkautua kelan ulkopuolelle. Tässä rakenteessa pitäisi myös ottaa huomioon se, että langan vaihtumisen takia kehikon alareunan pitäisi avautua enemmän kelojen tulosuuntaan, jotta kelojen langat pääsisivät vaihtumaan ongelmitta. Rakenteiden takia lankahäkistä tulisi ahtaampi ja olisi mahdollisesti työntekijöiden haittana keloja poistaessa.

### **8.1.3 Senkkauunin kehitysidea**

Senkkauunilla laitettiin alustavasti yksi kehitysidea alulle, joka toteutetaan myöhemmässä vaiheessa. Seuraavassa on kuvattu kehitysidea.

Senkkauunin seoslankaohjainkaariin tehtäisiin suurempi huoltoluukku entisten pienempien luukkujen tilalle. Luukku olisi noin metrin pituinen. Kaaren loppupäähän tehtäisiin syöttölaitteen sivulle ja juureen myös pienempi luukku. Tarkoituksena olisi helpottaa häiriön tapahduttua tulevaa työtä. Nykyisellään, jos lanka katkeaa, se joudutaan vetämään alakautta vaikeassa työasennossa ja pienessä tilassa rullien välistä. Kaaren selkäpuolella olevalla luukulla olisi tarkoitus helpottaa langan vetämistä ylöspäin, poistaa mahdollisia työturvallisuusriskejä ja nopeuttaa työtä.

Työturvallisuus riskejä ovat sormien litistytminen ja ruhjeet. Kaaren juuressa olevalla pienemmällä luukulla olisi tarkoitus helpottaa katkenneen langan laittamista takaisin syöttölaitteeseen. Nykyisellään se tehdään alakautta huonossa työasennossa ja samalla myös pitää painaa nappia, jotta syöttölaite vetäisi langan

takaisin koneen läpi. Tämä luukku helpottaisi huomattavasti langan syöttämistä takaisin syöttölaitteeseen. Kun tämä sivuluukku tehdään, pitäisi siirtää syöttölaitteen nappia vähän sivummalle tai kaaren yläpuolelle, mutta se olisi helppo toteuttaa. Testataan ensimmäisenä kalsiumpii-, alumiini- ja hiilikeloilla, koska niitä kuluu eniten.

#### 8.1.4 Huoltotoimenpiteet

Seosainelankalaitteistojen huollot, jotka ovat tarkemmin nähtävissä kuvassa 22, suoritettiin muiden huoltotoimenpiteiden aikana siten, että CAS-OB-aseilla ensimmäinen asemista huollettiin ensimmäisten kahden viikon aikana ja toinen asema huollettiin seuraavien kahden viikon aikana siten, että kummatkin seosainelankalaitteistot huollettiin kerran kuukaudessa. Senkkauunilla ja vakuumlaitoksella toimittiin samalla periaatteella. Pölyisten tilojen vuoksi laitteistot pölytyivät todella helposti, joten laitteistojen perusteellinen puhdistaminen useammin olisi tarpeellista.

Langansyöttöjärjestelmä		Hitsausaummat	Vuosittain
	Kelkka/lavetti	Maali	Vuosittain
		Akselin laakeri	Kuukausittain
			Kuukausittain
	Pyörät	Voitelu	Kuukausittain
		Hammaspyörämoottori	Kuukausittain
		KytKentä	Kuukausittain
		Asentoanturi	Kuukausittain
		Rajakatkaisijat	Kuukausittain
	Lanssin ajaminen	Ketju & Hammaspyörät	Kuukausittain
			Kuukausittain
	Syöttöputket		Kuukausittain

KUVA 22. Seosainelankalaitteistojen huoltotehtävät

#### 8.2 Työohje seosainelankojen liittämiseen

Seosainelankojen liittämisen työohje löytyy kuvasta 23. Työohjeessa on kuvattu jokainen työvaihe yksitellen mahdollisimman yksiselitteisesti. Työohje otetaan käyttöön sulaton seosainelankojen liittämisohjeeksi.

## Työohje

Laita vahinkokäynnistyksenestokytin 1-asentoon, joka sijaitsee lankahäkin vieressä

Vie tyhjä lankakehikko ja roskat lankahäkistä pois omiin keräyspisteisiin

Laita aluspelti paikoilleen rullien päälle

Kelan tulee olla niin, että kelan liitinholkki tulee lastaussuuntaan ja kelan ohjaussilmukka tulee pystysuoraan lastaus suunnassa.

Poista uudesta kelasta suojamuovit ja pakkaussiteet ja vie ne keräyspisteisiin

Tarkista, että kela on oikeinpäin, ennen kuin se laitetaan lankahäkkiin

Laske täysi kela aluspellin päälle, niin ettei kelan reunat tule aluspellin yli

Ota uuden ja edellisen kelan langan päät esille niin, että ne tulevat keskellä olevan ohjaussilmukan läpi, etteivät ne tule ohjaussilmukan ulkopuolelta

Liitä lankaan kiinnitysholkki, jos edellisessä langassa ei ole sellaista valmiiksi

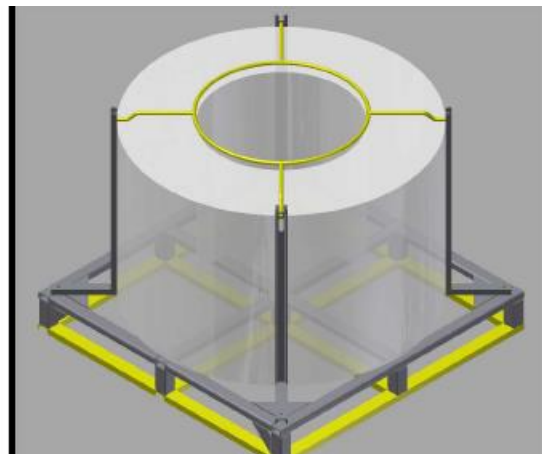
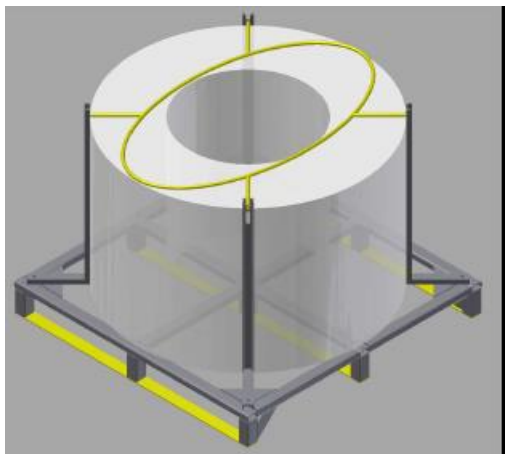
Liitä uusi ja vanha lanka kiinnitysholkin avulla toisiinsa vähintään kahdella pistoksella

Kun kaikki langat on vaihdettu, laita lankahäkin ovet paikoilleen ja vahinkokäynnistyksenestokytin 0-asentoon ja vie työkalut omille paikoilleen

## KUVA 23. Seosainelankojen liittämisen työohje

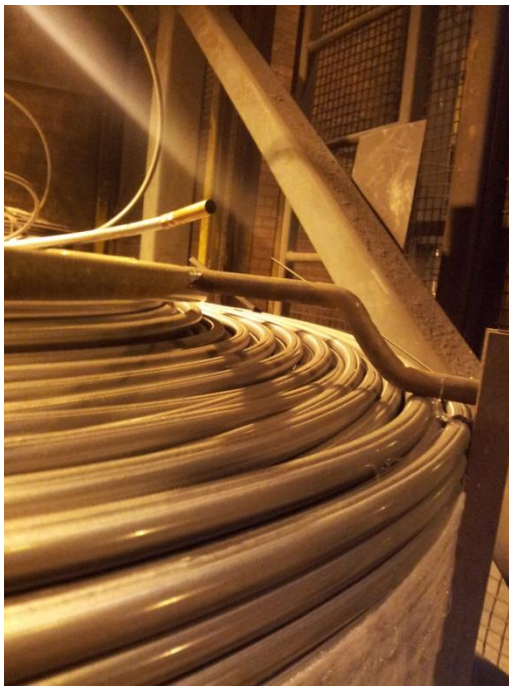
### 8.3 Uuden kelamallin raportti

Tehtävänä oli kehittää lankakelojen kehikkoa, jotta keloista saataisiin käyttövarmempia. Suurin ongelma oli kelojen purkaantumisessa, jolloin lanka jumittui lankakelan ohjaussilmukkaan kiinni, koska se oli tiukasti kiinni langan päällä ja lanka ei päässyt purkautumaan vapaasti. Tarkoituksena oli testata kolmea kehitysideaa, jotka ovat tarkemmin kuvassa 24.



*KUVA 24. Vasemmanpuoleinen lankakela on alkuperäinen ja oikeanpuoleisessa lankakelassa on kehitysideoita*

Kelojen ohjaussilmukasta tehtäisiin ympyrän muotoinen ja sitä korotettaisiin langan yläpuolelle, siten ettei se ole langassa kiinni. Kelan alle tehtäisiin ristikko, jolloin kela olisi helpompi asettaa aluslevyn päälle ja se pysyisi tukevammin paikallaan. Testikelojen saapuessa kävi ilmi, että vain lankakelan kehikkoon oli tehty vain ohjaussilmukan korotus kuvan 25 mukaisesti.



*KUVA 25. Uuden lankakelmanmallin korotus toteutettuna*

Kun lankakeloja alettiin testata, ne laitettiin normaalisti tuotantoon ja seurattiin päivittäin niiden toimintaa aamuvuoron aikana. Aikaisemmassa lankakelamallissa suurin ongelma oli langan takertuminen ohjaussilmukkaan. Sitä ongelmaa ei enää havaittu uusissa testilankakeloissa.

Uudet lankakelat toimivat moitteettomasti ilman häiriöitä, jota keloilla haettiin. Koska kehitysidea toimi, olisi paras ottaa uusi kelakehikko laajempaan kokeiluun mahdollisimman aikaisin. Vaikka mitään viitteitä langan tarkentumisista ei löydetty testikelojen käytön aikana, kannattaisi seurata kelojen toimintaa varauksin, mikäli kehitysideat otettaisiin käyttöön.

## 9 POHDINTA

Ruukki Metals Oy asetti työn, jonka tavoitteena oli pyrkiä häiriöttömmimpiin seosainelankalaitteistoihin terässulaton alueella. Tarkastelun kohteena oli senkkauunin, vakuumlaitoksen ja CAS-OB-asemien seosainelankalaitteistot.

Häiriöseurannan ja työntekijöiden avulla saatiin kartoitettua syitä, miksi häiriöitä tapahtuu. Eniten häiriöitä aiheutti langan takertuminen lankakelan kehikon ohjaussilmukkaan tai langan takertuminen ajon alkaessa lankakelan kehikon alle. Se johtui pääasiassa siitä, että langalla oli liian jyrkkä kulma purkautuessaan lankakelasta ja liian tiukasta kehikosta, jotta lanka pääsisi purkautumaan sulavasti pois ohjaussilmukan kautta. Tätä ongelmaa oli havaittu purkautumattomilla ja lähes purkautumattomilla keloilla, mutta ei niillä keloilla, joista oli purkautunut jo puolet langasta. Seurannassa havaittiin myös, että uusissa keloissa oli purkautuessa langan spiraali todella tiukka, joka aiheutti ongelmia. Myös kahdessa tapauksessa liitoskohta oli pettänyt. Laitteistohäiriöitä tapahtui vain kerran, kun lanka ei ollut peruuttanut, mutta kunnossapito sai korjattua laitteiston nopeasti.

Työntekijöiltä saatiin paljon hyviä kehitysideoita, ja he olivat aktiivisesti mukana seurantajaksoa tehtäessä. Kaikkia kehitysideoita ei ollut mahdollista eikä tarpeellisia tehdä. Langankatkaisulaite olisi tarpeellinen senkkauunilla, koska sillä voitaisiin ratkaista peruutusongelma kokonaan ja siitä aiheutuvat häiriöt. Myös käsivinssejä oli yritetty asentaa jo senkkauunille, mutta lankahäkin ahtauden vuoksi niitä ei pystytty asentamaan, joten sähkökäyttöisiä vinssejäkään ei pystytty asentamaan. Uuden trukin tarve oli suuri, koska vanhalla trukilla oli vaikea työskennellä sen epätasaisen toimivuuden vuoksi. Titaanin- ja hiililinnan paikkojen vaihto ei olisi ollut tarpeellista, koska häiriötilanteessa toimiessa tehtävät olisivat muuttuneet vaikeammiksi hiililinnan kanssa ja koska hiililangan häiriöiden riski oli suurempi suhteessa titaanilankaan hiililangan suuremman käytön vuoksi. Myös toimittajille oli lähetetty jo aikaisemmin kehitysideoita erityisesti lankakelojen kehikoiden kehittämiseksi.

Paras vaihtoehto seosainelankalaitteistojen häiriöiden poistamiseen olisi langankatkaisulaite. Jos langankatkaisulaite olisi asennettuna, ei lankoja tarvitsisi

enää peruuttaa, minkä takia suurin osa seosainelankalaitteistojen häiriöistä tapahtuu. Lisäksi uusien kelojen kehitysideoita, kuten ohjaussilmukan korotusta, kannattaisi kokeilla enemmänkin, koska osa häiriöistä johtui lankakelojen rakenteellisista ratkaisuksista. Myös lankahäkkien rakenteelliset muutokset saattaisivat ennaltaehkäistä häiriöitä. Ennakkohuollon määrää seosainelankalaitteistolle kannattaisi lisätä enemmän, koska työntekijät toivoivat sitä, jotta mahdollisia häiriöitä tapahtuisi harvemmin. Seosainelankalaitteistot olivat CAS-OB-aseilla aika häiriöttömiä, eikä niiden seosainelankalaitteistoille tarvitsisi tehdä isompia parannuksia. Vakuumilaitokselle voisi myöhemmin tehdä samoja parannuksia kuin senkkauunille siinä tapauksessa, että senkkauunin parannukset toimivat ja edistävät toimintavarmuutta.

Langan liittämisen työohjetta tehtäessä työt sujuivat nopeasti ja hyvässä hengessä päivävuoron työntekijöiden kanssa. Työohjeista tuli selkeät ja helposti ymmärrettävät.

Uuden kelamallin testaus ja raportointi oli tärkeä osa tätä työtä, koska sen tulosten perusteella päätettiin, kuinka suuri etu uudistuksista saatiin ja kannattaisiko niitä ottaa käyttöön tuotannossa. Kelojen seurantaan osallistui itseni lisäksi päivävuoron työntekijät sekä senkkauunin vuoron käyttömiehet. Heidän avullaan tehtiin raportti, joka toimitettiin eteenpäin.

Työ oli aika hitaasti etenevä, koska kehitysideoiden saaminen oli pitkäjänteistä työtä sekä häiriöiden seurantajakso oli kuukauden pituinen. Uuden kelamallin raportointi oli tiedossa, mutta toimitusvaikeuksien takia se viivästyi viidellä viikolla ja oli vähällä jäädä työn ulkopuolelle. Työtä riitti kiitettävästi kotona sekä työpaikalla terässulatolla. Työssä käytetyt menetelmät olivat toimivia ja auttoivat saamaan tulokset, joiden pohjalta voidaan tehdä jatkotoimenpiteitä ja joilla voidaan kehittää seosainelankalaitteistoja eteenpäin. Työ opetti myös olemaan kärsivällinen ja keskustelemaan työntekijöiden kanssa kehitysideakeskusteluja sekä perehdytti kehitystoimintaan, käyttövarmuuden kehittämiseen ja ongelmien ratkaisuun ja etsimiseen. Työtä tehtiin paljon omatoimisesti, mutta tarvittaessa apuna olivat terässulatton käyttöhenkilökunta, joiden kanssa selvitettiin ongelmia ja ratkaisuja työn etenemiseksi.



## LÄHTEET

1. Historia. Ruukki. 2013. Saatavissa: <http://www.ruukki.fi/Tietoa-yhtiosta/Historia>. Hakupäivä 15.3.2013.
2. Rautaruukki Oyj, 2013. Raahen tehtaan prosessikaaviot. Sisäinen lähde.
3. Rautaruukki Oyj. 2013. CAS-OB yleisesittely. Sisäinen lähde.
4. Rautaruukki Oyj. 2013. Terästuotanto Suomi. Sisäinen lähde.
5. Rautaruukki Oyj. 2013. Senkkauuni ja vakuumi. Sisäinen lähde
6. Rautaruukki Oyj. 2013. Raahen tehdas. Sisäinen lähde.
7. Ansaharju, T 2009. Koneenasennus ja kunnossapito , ensimmäinen painos. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.
8. Järviö, J. 2006. Kunnossapito, kolmas painos. Hamina: Kunnossapitoyhdistys ry.
9. Teräskirja. 2009. Kahdeksas painos. Metallinjalostajat ry. Saatavissa: <http://www.teknologiateollisuus.fi/fi/ryhmat-ja-yhdistykset/teraskirja.html>. Hakupäivä 20.3.2013.

## **LIITTEET**

Liite 1 Lähtötietomuistio

Liite 2 Senkkauunin langansyöttöjärjestelmä

Liite 3 Vakuumilaitoksen langansyöttöjärjestelmä

Liite 4 Langan nostin kokoonpano

Liite 5 Langanohjausrullaston kokoonpano

Liite 6 Syöttökoneiston paketti

Liite 7 Mittauspyörästö

Liite 8 Senkkauunin seosainelankalaitteisto

Liite 9 Vakuumilaitoksen seosainelankalaitteisto

Liite 10 CAS-OB-asemien seosainelankalaitteisto

Liitteet poistettu julkisesta opinnäytetyöstä.